

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

**Konstrukční návrh subsystému MR pro odběr kapalin s využitím
peristaltické pumpy**

**Mechanical Design of a Liquids Sampling Subsystem for Mobile
Robot with Peristaltic Pump**

Student:

Ondřej Seidler

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Marek

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student:	Ondřej Seidler
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2301R013 Robotika
Specializace:	70 Robotika
Téma:	Konstrukční návrh subsystému MR pro odběr kapalin s využitím peristaltické pumpy Mechanical Design of a Liquids Sampling Subsystem for Mobile Robot with Peristaltic Pump

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte možné technické prostředky a způsoby odběru kapalných vzorků.
2. Specifikujte požadavky na subsystém MR. Navrhněte varianty řešení pohonu subsystému s peristaltickou pumpou.
3. Proveďte objektivní posouzení navržených variant a vyberte z nich nejlepší. Vybranou variantu rozpracujte do úrovně detailního 3D modelu.
4. Navrhněte princip subsystému pro odběr kapalin s využitím vybrané varianty.
5. Práci doplňte podrobnou technickou dokumentací. Výkresovou dokumentaci vypracujte dle pokynů vedoucího práce.
6. Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu MS WORD a konstrukční řešení v CAD systému (dle pokynů vedoucího).

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

NOVÁK, P. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. 1. vydání. Praha: BEN Praha, 2005. 247 s. ISBN 80-7300-141-1.

KÁRNÍK, L. *Servisní roboty*. 1. vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 139 s. ISBN 80-248-0626-6.

SMRČEK, J.; KÁRNÍK, L.; BOBOVSKÝ, Z. *Robotika – Servisné roboty na pásovom podvozku. Navrhovanie, konštrukcia, riešenia*. 1. vydání. Košice: Edícia ved. a odb. literatúry SJF TU, 2010. 248 s.

KÁRNÍK, L.; KNOFLÍČEK, R.; MARCINČIN, J. *Mobilní roboty*. 1. vydání. Opava: Márfy Slezsko, 2000. 212 s. ISBN 80-902746-2-5.

DRASTÍK, F. *Technické kreslení I. – pravidla tvorby výkresů ve strojírenství*. 2. vydání. Ostrava: Montanex Ostrava, 2005. 260 s. ISBN 87-7225-195-3.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

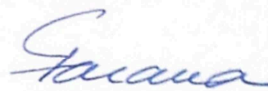
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Marek**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



prof. Dr.Ing. Petr Novák
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21. 5. 2012

.....

Ondřej Seidler

Prohlašuji, že

- jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. 5. 2012

.....

Ondřej Seidler

Výškovice 76

Bílovec 74301

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Markovi za rady a připomínky při vypracovávání práce a taktéž panu Ing. Václavu Krysovi, Ph.D. za cenné rady ohledně konstrukční části práce. Vám všem, kteří jste mě morálně nebo finančně podpořili ve studiu, rovněž děkuji.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SEIDLER, O. *Konstrukční návrh subsystému MR pro odběr kapalin s využitím peristaltické pumpy*, Ostrava: Katedra robotiky, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2012, 44 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Marek

Bakalářská práce se zabývá konstrukcí subsystému pro odběr kapalin. Odběr je realizován pomocí peristaltické pumpy ISMATEC 721A. Úvod práce je zaměřen na popis možností odběrů kapalin. Součástí návrhu jsou varianty řešení a výběr optimální varianty pomocí hodnotové analýzy. Hlavní myšlenkou práce je návrh pohonu pro zadanou peristaltickou pumpu. Práce obsahuje 3D model optimální varianty v CAD systému Pro/Engineer a potřebnou výkresovou dokumentaci.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

SEIDLER, O. *Mechanical Design of a Liquids Sampling Subsystem for Mobile Robot with Peristaltic Pump*, Ostrava: Department of Robotics, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2012, 48 s. Thesis head: Ing. Jiří Marek

The bachelor thesis describes the construction of the subsystem for liquids sampling. Sampling is realized by peristaltic pump ISMATEC 721A. The introduction is devoted on the description of possibilities of liquid sampling. The suggestion must include variants of solution and the selection of the optimal value based on the analysis. Main idea is pick out a drive for peristaltic pump. The work includes a 3D model of optimal design in CAD systém Pro/Engineer and required drawings.

Obsah:

Seznam použitého značení:.....	10
1. Úvod	11
2. Rešerše stávajících postupů odběru tekutinových vzorků.....	12
2.1. Způsoby odběru tekutinových vzorků.....	12
2.2. Druhy čerpadel	15
2.3. Hadice	18
3. Požadavkový list.....	23
4. Varianty řešení.....	24
4.1. Komplexní řešení s komponenty firmy MAXON.....	24
4.2. Řešení s pomocí řemenového převodu	25
4.3. Řešení s planetovou převodovkou	27
4.4. Varianta s ozubenými koly.....	29
5. Hodnotová analýza	31
5.1. Zvolená kritéria	31
5.2. Hodnoty kritérií.....	31
5.3. Bodovací stupnice	31
5.4. Obodování jednotlivých variant.....	32
5.5. Faktor významnosti.....	32
5.6. Zhodnocení a výběr optimální varianty	32
5.7. Zhodnocení.....	33
6. Určení potřebného krouticího momentu.....	35
7. Řešení vybrané varianty	38
7.1. Výběr motoru	39
7.2. Řízení rychlosti motoru.....	41
7.3. Rám a krytování	43
7.4. Použité hadice a konektory	44

7.5. Kompletní subsystém	45
8. Závěr	46
9. Použitá literatura	47
10. Přílohy	48

Seznam použitého značení:

Označení	Význam označení	Jednotka
F	síla na páce	[N]
M	potřebný moment pumpy	[Nm]
M_m	moment motoru	[Nm]
M_z	moment motoru	[kg·cm]
r	poloměr otáčení	[m]
x	průměrná síla	[N]
ρ	chyba měření	[-]

1. Úvod

Mobilní roboty jsou nedílnou součástí dnešní doby. Jejich nasazení je přínosné v oblastech kde nelze například z bezpečnostních důvodů poslat člověka. Speciálně navržené subsystémy robotů mohou být určeny k široké škále servisních činností. Jednou z těchto servisních činností je například odběr vzorků kapalin pro analýzu.

V první části bakalářské práce je prozkoumána dostupná technika pro ruční odebrání vzorků kapalin. To je možné na místech kde prostředí přímo neohrožuje lidský život. Odebraný vzorek ve vzorkovači lze snadno přepravit do vybavené laboratoře, kde lze určit příslušné analýzy. Dále jsou v práci uvedeny a popsány funkce čerpadel pro samotné nasávání. Důležitou součástí všech peristaltických pump jsou hadice. Různé typy použitých materiálů ovlivňují jak odolnost hadice vůči chemickým vlivům tak životnost celé hadice.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem subsystému pro odběr kapalin. V další části byly navrženy čtyři varianty řešení zadaného problému. Ke každé variantě byl vytvořen jednoduchý model. Samotný subsystém bude připojen na mobilní robot a bude provádět odběr kapalin prostřednictvím peristaltické pumpy. V návrhu je kladen důraz na volbu pohonu a jeho řízení. Celý subsystém je navrhnout jako modul, který lze snadno připojit k mobilnímu robotu.

2. Rešerše stávajících postupů odběru tekutinových vzorků

K rozpoznání nebezpečné látky přímo na místě slouží specializované detektory nebezpečných látek. Například detektory výbušnin nejčastěji využívají principů založených na analýze par. Určení látky tímto způsobem je rychlé. Nevýhoda je, že potřebujeme speciální přístroj a tyto přístroje mají jen určitý rozsah detekce nebo jsou určeny jen pro jednu speciální látku.

Pokud je vyžadována podrobnější analýza, odběr tekutin lze provést ručně pověřeným pracovníkem, nebo prostřednictvím mobilního robotu s vhodným systémem.

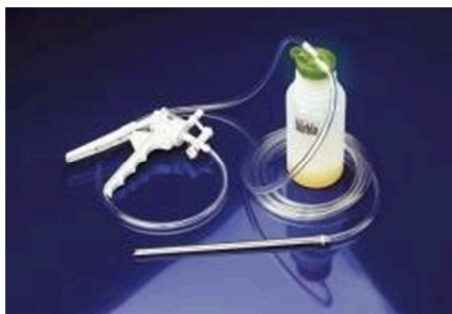
2.1. Způsoby odběru tekutinových vzorků

Při manipulaci s nebezpečnými kapalinami často představují nebezpečí samotné výpary. Člověk může tyto výpary vdechnout, aniž by byl v přímém kontaktu se zkoumanou látkou. Tyto nebezpečné kapaliny lze na základě výparů detekovat pomocí přístrojů. Samotné kapaliny se odebírají pro pozdější analýzy v laboratořích, kde dochází k širší analýze daného vzorku. Odběr vzorků se provádí pomocí různých nasávacích trubic a ponorných láhví. Vyrábí se také přenosné sady, nejčastěji v přenosném kufříku. Tyto sady obsahují všechno potřebné vybavení k bezpečnému a pohodlnému odebírání vzorků.

2.1.1. Odběr pomocí vzorkovačů

- Vzorkovač UniSampler

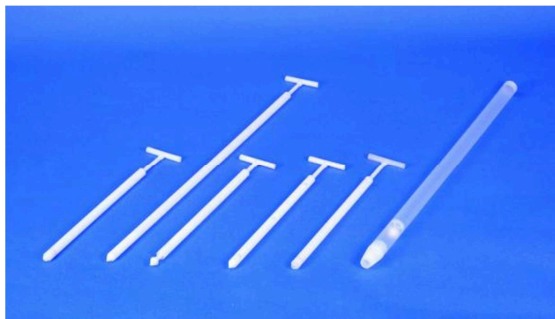
UniSampler (Obr. 1) je jednoduchý vzorkovač pro odběry kapalin z těžko dosažitelných míst. Sestava se skládá z nasávacího zařízení, PVC hadičky, na jejímž konci je připevněna nerezová trubička. Díky trubičce je možné odebrat vzorek z požadované hloubky a ten potom pomocí ruční pumpy přečerpat rovnou do připravené láhve. [1]



Obr. 1 Vzorkovač UniSampler

- Jednorázový vzorkovač DispoSampler (Obr.2)

Jednorázové vzorkovače jsou po rozbalení okamžitě použitelné, nejsou kontaminovány jinými vzorky a jsou vyrobeny v čistých prostorách. Jsou baleny ve fólii a sterilizované gama zářením. Jsou vhodné pro rychlý odběr tekutiny a viskózních látek. [1]



Obr. 2 Vzorkovač DispoSampler

- Vzorkovač Vampýr

Vzorkovač Vampýr (Obr. 3) je přenosné čerpadlo na tekutiny pracující na principu peristaltické pumpy. Je vhodné pro odběr vzorků ze sudů, nádrží, studen, odpadních vod, čističek a různých kontaminovaných látek. Odebíraný vzorek přijde do styku pouze s hadicí. Hadice je výměnná, a tudíž je riziko kontaminace vzorku velmi malé. Z hadice je vzorek vytlačen do láhve na vzorky. Čerpadlo dokáže sát z hloubky až 5 m. Kufřík obsahuje čerpadlo, akumulátorovou baterii, nabíječku, PE hadici a držák na lahve. [1]



Obr. 3 Vzorkovač Vampýr

- ProfiSampler

Vzorkovač ProfiSampler (Obr. 4) je vyroben z hliníku. Prostřednictvím pumpy vzniká podtlak a vzorek je načerpán do nádoby. Vhodné pro odběr vzorků kapalin v sudech, nádržích, silničních cisternách, jezerech, podzemních vodách. [1]



Obr. 4 ProfiSampler

- Válcový vzorkovač na kapaliny (Obr. 5)

Nádoba je vyrobena podle normy DIN 51750. Vzorkovač je vhodný pro odběr pro odběr vzorků kapalin z nádrží, cisteren nákladních automobilů. Vyrobeno z nerezové oceli. Objem nádoby je jeden litr. [1]



Obr. 5 Válcový vzorkovač

- Vzorkovač MiniSampler (Obr. 6)

Odběrové zařízení je určeno pro odčerpávání malých množství vzorků ze sudů, barelů nebo nádrží přímo v terénu. MiniSampler je dodáván v kufříku v provedení PE a chemicky vysoce odolném provedení PTFE. Zařízení je vhodné i pro oleje s vyšší viskozitou. [1]

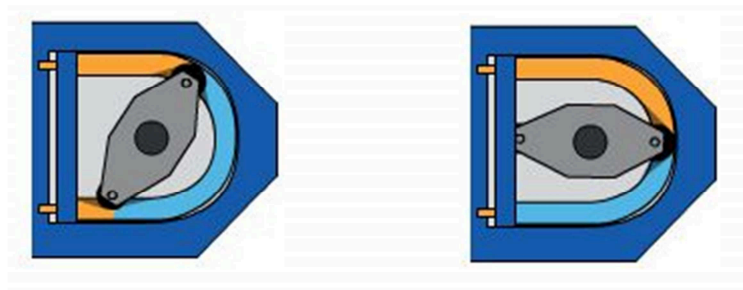


Obr. 6 MiniSampler

2.2. Druhy čerpadel

2.2.1. *Princip funkce peristaltické pumpy*

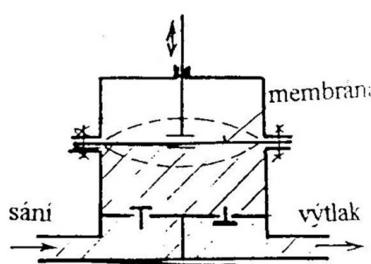
Peristaltická pumpa (Obr.7) se skládá z pružné trubičky, která je střídavě stlačována a uvolňována. Během pomalého otáčení rotoru dochází k postupné deformaci hadice, přičemž se uzavře malý objem kapaliny v trubici, který je poté vytlačován z hadice po směru rotace lopatky a za lopatkou tudíž vzniká podtlak, který má za následek opětovné nasátí čerpané kapaliny. Sání je řízeno směrem, kterým se otáčí čerpadlo. Peristaltická čerpadla jsou používána v prostředí, kde je potřeba velmi přesné dávkování, jelikož velikost odebraného vzorku je dána počtem otáček čerpadla s nasátou kapalinou, kterou detekuje senzor v nasávacím potrubí. Výhodou oproti ostatním typům čerpadel je styk čerpané látky pouze s trubicí, snadné čištění, volitelná odběrová rychlost a poměrná jednoduchost konstrukce. Hlavní nevýhodou jsou ztráty u plynů a těkavých součástí čerpané látky. Tento typ čerpadla se používá například ve zdravotnictví, například při dialýze. Peristaltická čerpadla jsou často využívána tam, kde je potřeba velmi přesné dávkování, jelikož velikost odebraného vzorku je dána počtem otáček čerpadla s nasátou kapalinou, kterou detekuje senzor v nasávacím potrubí. [2]



Obr. 7 Peristaltická pumpa

2.2.2. Princip funkce membránového čerpadla

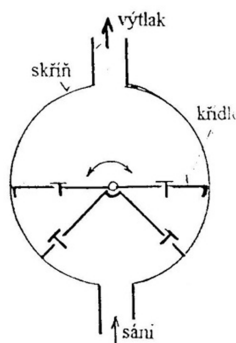
Čerpadlo tvoří uzavřená nádoba oddělená pružnou membránou (Obr. 8). Membrána je připojená k táhlu spojeného s pohonem. Pohyb táhla se přenáší na membránu, které svým pohybem mění objem prostoru uzavřené nádoby. Prostor pod membránou je vybaven nasávacím a vypouštěcím ventilem, které se otevírají a zavírají v závislosti na podtlaku a přetlaku v prostoru pod membránou. Pro zvýšení účinnosti a plynulosti čerpání může být táhlo propojené se dvěma membránami, přičemž jedna část čerpadla saje a druhá tlačí. Při nasávání je sací ventil otevřený a výtláčový uzavřený. Kapalina proudí do tělesa čerpadla. Při vypouštění je tomu naopak. Kapalina proudí z tělesa čerpadla. Někdy je uzavřený i prostor nad membránou. Membrána je potom poháněná podtlakem a přetlakem v prostoru nad membránou. Je s ním možné čerpat viskózní, abrazivní či leptavé kapaliny a taktéž kapaliny s obsahem pevných částic. Výhodou je, že čerpadlo je uzavřené a proto nedochází ke kontaktu čerpané látky a okolního prostředí. [3]



Obr. 8 Membránové čerpadlo

2.2.3. Princip funkce křídlového čerpadla

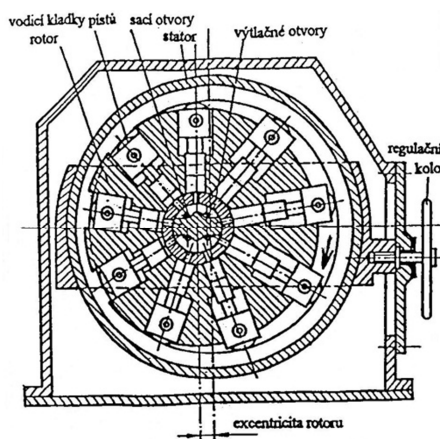
Princip činnosti křídlových čerpadel (Obr. 9) je obdobný jako u čerpadel pístových, ale místo přímočarého pohybu pístu je zde kývavý pohyb křídla. Čerpadlo má dva pracovní prostory. Z jednoho prostoru je kapalina vytlačována a do druhého je současně nasávána. Tato čerpadla jsou používána pro čerpání vody, benzinu, nafty, oleje a dalších kapalin. [3]



Obr. 9 Křídlové čerpadlo

2.2.4. Radiální pístové čerpadlo

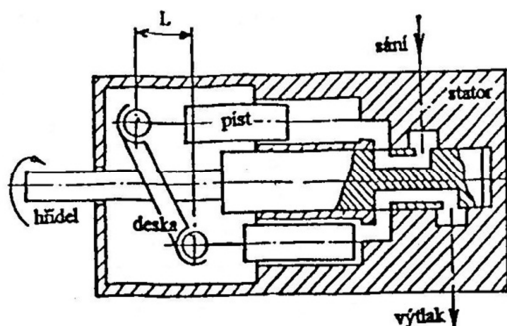
Kapalina je čerpána větším počtem malých pístků, pohybujících se v radiálním směru uvnitř rotoru (Obr. 10). Pohyb pístů je dosažen jejich vedením po vnitřní kruhové dráze statoru, ke které jsou odstředivou silou přitlačovány a o kterou se opírají kladkami. Stator je oproti rotoru uložen výstředně. Excentricita statoru je nastavitelná. Její změnou se reguluje zdvih pístků a tím také při konstantních otáčkách množství dodávané kapaliny. Rozvod kapaliny, to je sání a výtlak, jsou provedeny ve hřídeli rotoru. Výhodou těchto čerpadel je vysoká účinnost a malé rozměry. [3]



Obr. 10 Radiální pístové čerpadlo

2.2.5. Axiální pístové čerpadlo

Pohyb pístů je dosažen působením otáčející se šikmé desky se zdvihem L, která funguje jako čelní vačka. Rozvod kapaliny - sání a výtlak - jsou provedeny ve hřídeli desky a drážkami ve statoru (Obr. 11). [3]



Obr. 11 Axiální čerpadlo

2.3. Hadice

Průmyslové hadice a jejich správná volba by se měla řídit podle specifických podmínek použití. Je nutno využít všech možných informací a získaných poznatků o dopravovaném médiu, případně o příslušných koncovkách. Tím se zaručí optimální funkčnost průmyslové hadice. Při výběru musíme přihlížet k tomu, jaké bude médium, jaký bude poruchový tlak, sací a tlakové zatížení, poloměr ohybu, teplota a povětrnostní vlivy, s čím budou průmyslové hadice v kontaktu, jaký bude potřeba průměr a tloušťka stěny. V každém případě je potřeba dbát na bezpečnost a volit průmyslové hadice i z tohoto hlediska. Poškozené hadicové systémy mohou uživateli způsobit nejen nečekané náklady, nýbrž také vést za jistých okolností k úrazům. Průmyslové hadice podléhají omezené životnosti a uživatel si musí být vědom příznaků hrozícího nebezpečí, zvláště pokud podmínky použití souvisejí s vysokým pracovním tlakem či s přepravou nebezpečné látky. [4]

2.3.1. Základní typy výstelky hadic

- *PVC (polyvinylchlorid)*

Provozní teplota je v rozsahu -15°C až 60°C . tento materiál je odolný vůči vodě, roztokům solí, alkoholům, louhům, benzínu, účinkům kyselin a minerálním olejům. Má nízkou odolnost vůči chlorovaným uhlovodíkům a éterům. Z hlediska mechanických vlastností dobře odolává v tahu a ohybu. [4]

- *SBR (Styren - Butadien kaučuk)*

Tato pryž je určena pro všeobecné použití v místech, kde na materiál nejsou kladeny žádné zvýšené nároky, jako je teplota, chemická odolnost, mechanické vlastnosti, stárnutí a bobtnavost. [4]

- *EPDM (Ethylen-propylen)*

Pryž je charakteristická odolností proti zestárnutí, ozónu, ultrafialovým paprskům a teplu. Má vysokou odolnost vůči trvalé deformaci a široký teplotní rozsah použití: -30°C až 140°C. vyznačuje se vysokou odolností vůči alkoholům, kyselině octové, minerálním kyselinám. Není vhodná pro styk s minerálními oleji a polárními kapalinami. [4]

- *PTFE (teflon)*

PTFE je polymer s vysokou molekulární hmotností. Pracuje v teplotním rozsahu -10°C až 150°C. Je odolný vůči chemickým činidlům a rozpouštědlům, má vysokou anti adhezi, nízké tření, odolnost vůči napětí v tahu a opotřebení. PTFE je nečinný v kontaktu s chemickými sloučeninami. Může být poškozen alkalickými kovy, sloučeninami chlorotrityfluoridu a fluoridem při vysokých teplotách. [4]

- *Silikon*

Může být použit v rozsahu teplot -50°C až 200°C. Má vysokou odolnost vůči atmosférickému stárnutí, oxidačním činidlům a solným roztokům. Výborně odolává alkalickým, kyselinovým roztokům, živočišným a rostlinným olejům. [4]

- *Viton*

Lze použít při teplotách od -15°C do 220°C. Pryž je odolná vůči agresivním médiím, vysokým teplotám, povětrnostním vlivům, ozónu, živočišným a rostlinným olejům, benzínu a topným olejům, kyselinám. Slabou odolnost má vůči esterům a ketonovým rozpouštědlům. Vyrábí se v provedení, kdy je jádro obalené PTFE. [4]

2.3.2. *Hadice vhodné pro peristaltiku*

Název TYGON® není spojen s konkrétním materiálem nebo konstrukcí hadice, ale jde o značku výrobce, charakterizující skupinu hadic, vyrobených z vysoce jakostních materiálů při použití nejmodernější technologie, s použitím pro specifické aplikace,

vyžadující unikátní, laboratorní kvalitu produktů. Skupina zahrnuje několik desítek typů vytlačovaných hadic bez výztuže i s výztuží opletem o průměrech od 0,25 mm do 152 mm. Název „tygonová hadice” vešla ve všeobecné povědomí v mnoha oblastech spojených s průmyslem a vědou, stávajíc se synonymem kvality. Hadice TYGON® nacházejí uplatnění tam, kde jsou vyžadovány opakovatelné, čisté, sterilní, zcela chemicky neutrální podmínky průtoku média, bez možnosti ulpívání nečistot. Teplotní a chemická odolnost, absorpce vody a jiné vlastnosti jsou přesně definovány. Většina typů hadic TYGON® je díky své elasticitě a pružnosti vhodná pro použití v peristaltických čerpadlech. [5]

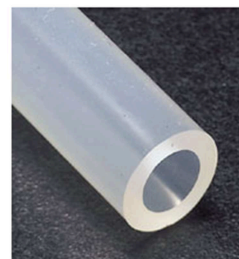
Základní oblasti použití hadic TYGON®:

- chemické procesy,
- stáčení a transport nápojů, mléčných výrobků a potravin,
- výzkumné a průmyslové laboratoře,
- medicína (nemocnice a laboratoře),
- farmaceutický průmysl a biotechnologie,
- výroba polovodičů a elektroniky,
- peristaltická čerpadla.

Volba vhodné hadice je třeba projednat s dodavatelem. Pro správný výběr hadice je potřeba vzít v úvahu tyto vlastnosti: médium, rozsah pracovních teplot, tlak, požadované rozměrové tolerance, požadovaná elasticita hadice, poloměr ohybu, vnější podmínky, požadovaná metoda čištění (sterilizace), normy týkající se materiálu hadice (FDA, ISO 10993 apod.), požadavky na únavovou odolnost při ohybu, odolnost loupání, znečištění extrakty z hadice, absorpci nebo adsorpci kapalin, znečištění způsobující rozvoj bakterií, požadavky na likvidaci opotřeбенých hadic. Pro výběr hadice je taky důležitá jejich životnost. [5]

TYGON® R-3603 (Obr. 12)

Krystalicky průhledná, elastická hadice pro laboratorní účely s vysokou odolností vůči anorganickým chemikáliím. Vhodná pro použití v peristaltických čerpadlech. Zrcadlově hladký vnitřní povrch bez pórů zamezuje ulpívání nečistot a usnadňuje čištění. [5]



Obr. 12

TYGON® LFL

Krystalicky průhledná hadice pro peristaltická čerpadla. Vynikající odolnost otěru, stárnutí a rozvrstvení, netoxická, vysoká chemická odolnost. Tyto vlastnosti ji předurčují k širokému použití v potravinářském, kosmetickém, farmaceutickém a chemickém průmyslu.[5]

TYGON® F4040-A

Poloprůhledná, žlutá, elastická hadice pro transport paliv, maziv a dalších ropných produktů. Odolná stárnutí, ozónu, UV záření, setření a vymývání plastifikátorů. Hadice má velmi nízký koeficient průniku aromatických látek. Hadice splňuje požadavky normy UE 2002/95/EC (ROHS). [5]

FLURAN® F-5500-A (Obr. 13)

Neprůhledná, černá, elastická hadice, vyrobená z fluoroelastomeru. Výjimečně odolná agresivním chemikáliím, olejům, palivům, rozpouštědlům a anorganickým kyselinám. S ohledem na vysokou odolnost stárnutí, ozonu a atmosférickým vlivům je vhodná také pro světlo citlivá média. Díky vysoké elasticitě a odolnosti deformaci je ideální pro peristaltická čerpadla na velmi agresivní média. Možno dodat také verzi pro potraviny. [5]

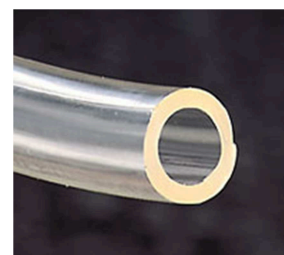


Obr. 13

Poloprůhledná, elastická silikonová hadice. Nezvykle hladký vnitřní povrch získán díky technologii vulkanizace na platinovém trnu. Hadice má velmi dobré vlastnosti spojené s průtokem, čištěním a odolností proti hromadění bakterií. Je netoxická, nehemolytická, nepyrogenická. Používána ve farmacii, kosmetice a medicíně. [5]

TYGOTHANE® C-210A (Obr. 14)

Průzračná, elastická hadice, vyrobená z polyuretanu na bázi esterů. Velmi přesné rozměry a jejich opakovatelnost usnadňují správnou montáž a těsnost instalace. Vysoká odolnost otěru a roztržení umožňují instalaci v řadě průmyslových odvětví, zvláště v mazacích, palivových a pneumatických systémech, k pneumatické dopravě abrazivních produktů a jako ochrana kabelů.[5]



Obr. 14

NORPRENE® A-60-F-EU (Obr. 15)

Běžová, elastická hadice bez chuti a zápachu pro potravinářské technologie včetně transportu mléčných produktů. Odolná působení čistících a dezinfekčních roztoků, stárnutí a ozónu. Odolnost deformaci a redukce vymývání substance ze stěny hadice ji činí ideální pro použití v peristaltických čerpadlech. [5]



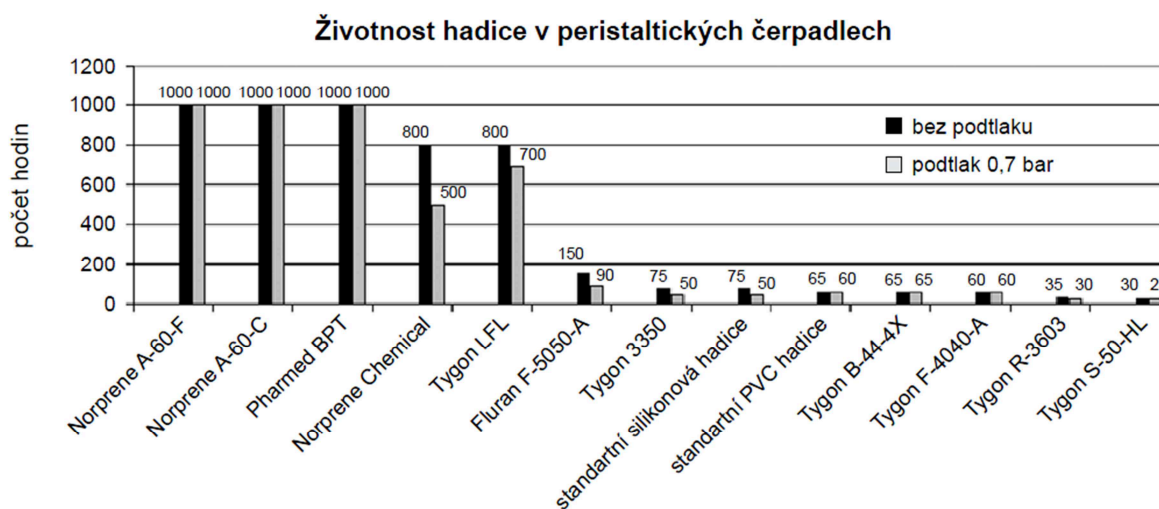
Obr. 15

PHARMED® (Obr. 16)

Krémově bílá, elastická hadice pro peristaltická čerpadla. Používána pro transport biokompatibilních médií v medicíně a farmacii. Vyrobená v souladu s normou ISO 10993 zajišťuje plnou biologickou bezpečnost. Hadice může být vystavena gama záření (izotop kobaltu 60) do hodnoty 5 megarad bez změny fyzikálních vlastností. Splňuje požadavky: FDA, NSF a USP (kl.VI). [5]



Obr. 16



Obr. 17 Životnost uvedených hadic v peristaltických čerpadlech

3. Požadavkový list

- **Obecné požadavky**

Čerpadlo	peristaltická pumpa ISMATEC ISM 721A
Počet vzorků	4
Váha subsystému	do 4 kg
	Řešit jako modul pro snadnou montáž a demontáž z podvozku
Hadičky	Použít chemicky odolné hadice, které nebudou měnit své fyzikální vlastnosti působením média.

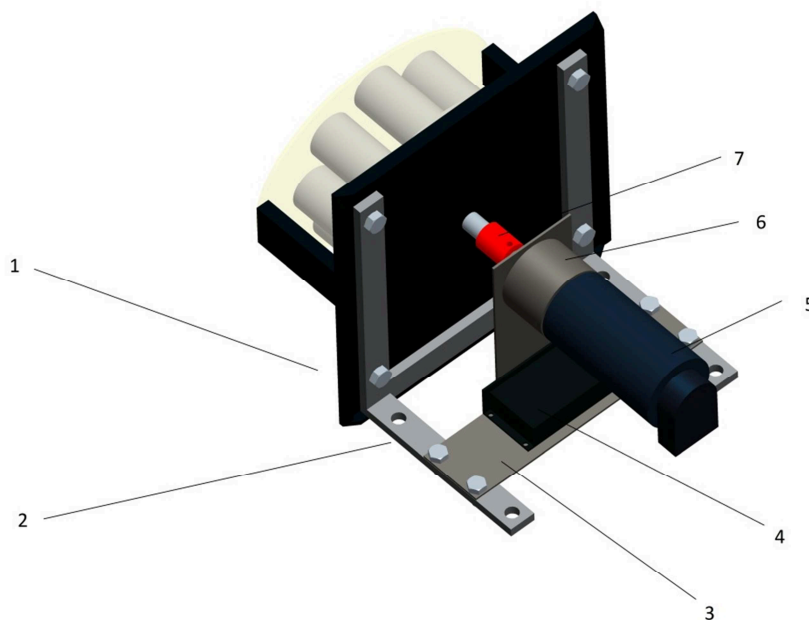
- **Požadavky na pohon:**

Stejnoseměrný elektromotor	
Napájení	12 – 24 V DC
Krouticí moment	Přizpůsobit pro použitou peristaltickou pumpu.
Regulace otáček	Možnost regulace otáček motoru.

Řešený subsystém má sloužit pro odběr tekutinových vzorků. Pro zvolenou peristaltickou pumpu je limitující maximální průměr použitých hadiček. Subsystém by měl být snadno připevnitelný k rámu mobilního robotu. Subsystém bude upevněn k systému pro odběr na efektoru a bude odčerpávat tekutinu do následujícího subsystému pro dočasné uložení vzorků. Pro regulaci rychlosti odběru by měl být systém vybaven řídicí jednotkou, která bude regulovat otáčky pohonu.

4. Varianty řešení

4.1. Komplexní řešení s komponenty firmy MAXON



Obr. 18 Varianta 1

1. Peristaltická pumpa ISMATEC
2. Rám spojující těleso pumpy s dírami pro přišroubování k robotu
3. Plechový držák pohonu
4. Řídící jednotka DES, EPOS
5. Motor MAXON
6. Převodovka s předlohou
7. Spojka

Peristaltická pumpa je upevněna čtyřmi šrouby k rámu tvaru L. Na samotném těle pumpy jsou pouze dvě díry a je nutno proto další díry vyvrtat. Samotné uchycení ve čtyřech bodech poskytuje dostatečnou pevnost uchycení obou částí. Ve spodní části profilu jsou vyvrtány díry pro uchycení k mobilnímu robotu. K rámu je pomocí plechového profilu uchycen pohon. Na plechový profil je umístěna řídicí jednotka, která zajišťuje možnost změny otáček motoru. Výhodou tohoto řešení je snadná montáž.

V této variantě je použit DC motor a pulzní řízení od firmy MAXON. Díky podrobné dokumentaci všech součástí je snadné propojit všechny části subsystému a je možné uvést systém rychle do chodu. Nepříznivým faktorem je vysoká cena v porovnání s konkurenčními dodavateli stejnosměrných motorů. [6]

Parametry varianty 1

- Hmotnost: 2,11 kg
- Maximální rozměry: výška x šířka x délka [mm] 135 x 120 x 140

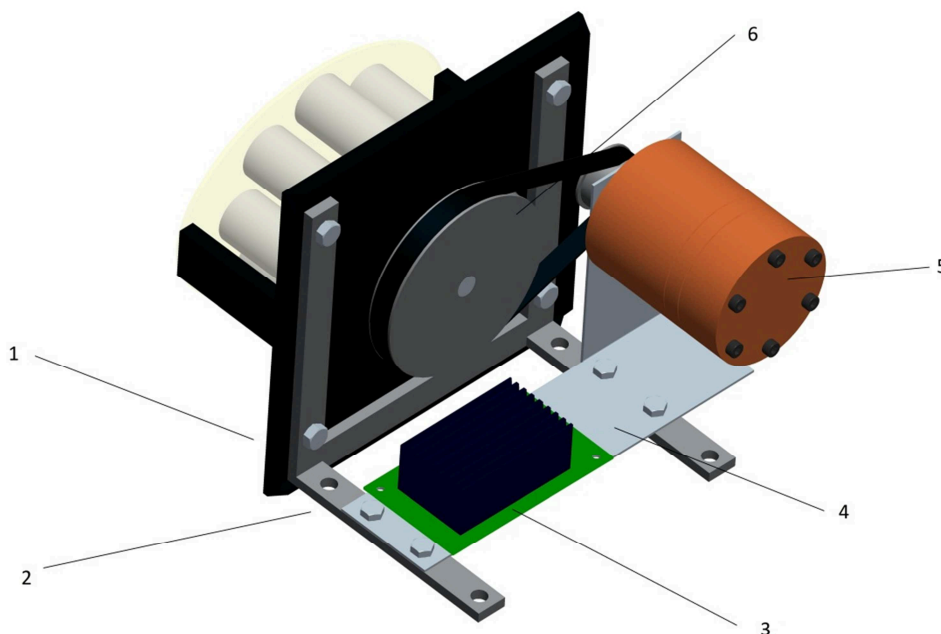
Výhody

- snadné sestavení a oživení

Nevýhody

- vysoká cena

4.2. Řešení s pomocí řemenového převodu



Obr. 19 Varianta 2

1. Peristaltická pumpa ISMATEC
2. Rám spojující těleso pumpy s dírami pro přišroubování k robotu
3. Řídící jednotka
4. Profil pro umístění komponent
5. Motor
6. Řemenový převod

Rám k pumpě přiléhá podobně jako v předchozím případě. K rámu je přišroubován plechový profil. Na volné ploše profilu je umístěn PWM regulátor. Na profilu je dále připevněn samotný motor. Na hřídeli, která vychází z motoru je připevněna malá řemenice. Na hřídeli peristaltické pumpy je připevněna větší řemenice. Tímto spojením získáme na peristaltické pumpě větší krouticí moment než na motoru. Díky přímému spojení obou řemenic na hřídele výstupních částí odpadá nutnost spojovat tyto hřídele pomocí spojky. Nevýhodou je důraz na vysokou přesnost při výrobě a taky složitější montáž. Velkou výhodou je poměrně nízká cena řemenic a řemenu v porovnání s cenou například planetových převodovek.

Otáčky motoru jsou regulovány prostřednictvím PWM řízení. Princip spočívá v rychlém zapínání a vypínání napájení. Díky setrvačnosti motoru a dostatečně vysoké frekvenci spínání, rotor nestačí tyto změny sledovat. Motor se chová, jako kdyby byl napájen napětím o velikosti střední hodnoty, která je dána poměrem doby zapnutí a vypnutí. Pro pohon je použit obyčejný DC motor. [6]

Parametry varianty 2

- Hmotnost: 2,63 kg
- Maximální rozměry: výška x šířka x délka [mm] 135 x 170 x 90

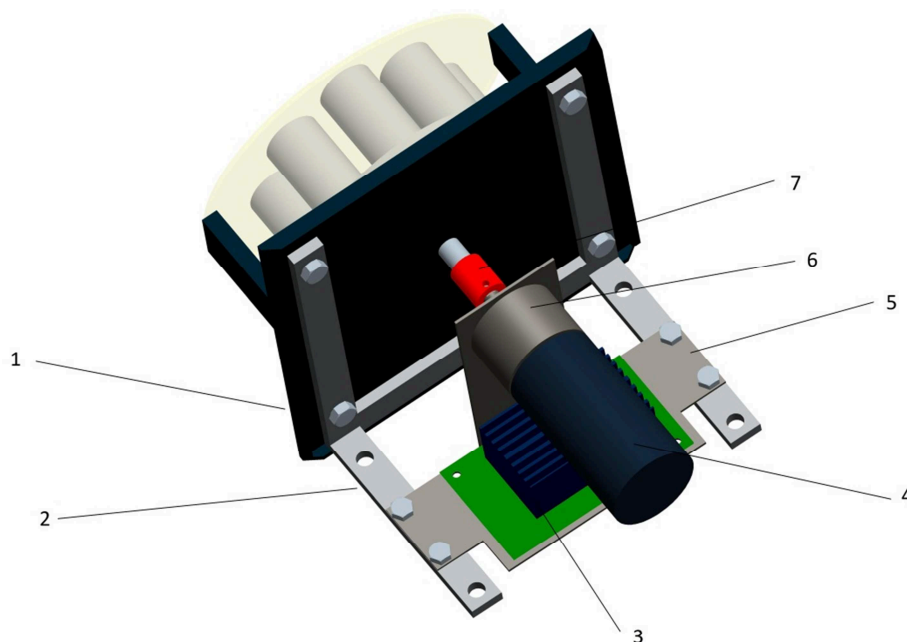
Výhody

- řemenový převod je levnější než např. planetová převodovka

Nevýhody

- větší rozměry, složitost montáže, napínání řemenu

4.3. Řešení s planetovou převodovkou



Obr. 20 Varianta 3

1. Peristaltická pumpa ISMATEC
2. Rám spojující těleso pumpy s dírami pro přišroubování k robotu
3. PWM řídící jednotka
4. DC Motor
5. Plech pro připevnění komponent
6. Planetová převodovka
7. Spojka

Peristaltická pumpa je v tomto řešení připevněna čtyřmi šrouby k rámu. Rám těsně přiléhá k zadní části tělesa peristaltické pumpy. Zahnuté okraje zadní části pumpy v tomto případě přesahují obrys rámu. Podobně jako v předchozím případě je pohon upevněn k rámu čtyřmi šrouby. Ve spodní části profilu jsou díry pro upevnění na MR. K základnímu rámu je připevněn plechový profil, na kterém je umístěna řídící jednotka a samotný pohon s převodovkou. Převodovka je připevněna na hřídel peristaltické pumpy pomocí pružné spojky.

V tomto řešení je použit DC motor s napájením 24V. DC motory, označované jako motory komutátorové, přepínají proud do vinutí mechanickým přepínačem, který je tvořen lamelami komutátoru a kartáči. Při přepínání vzniká jiskření, které ovlivňuje život motoru. Podstatná výhoda motorů DC je možnost nastavit požadovanou rychlost napájecím napětím bez zpětné vazby, bez snímače a řídicí jednotky. Pro časté rozběhy a přetížení je vhodné použít motor s grafitovými kartáči. [6]

Přímo k motoru je napojena planetová převodovka. Tyto převodovky obsahují několik planetových stupňů řazených podél osy převodovky. Ozubená kola koncových stupňů jsou širší, takže převodovka s větším počtem stupňů má na výstupu vyšší přípustný krouticí moment. V každém stupni jsou v záběru 3 planetová kola a krouticí moment planetové převodovky proto několikanásobně převyšuje momenty přenášené převodovkami s předlohou.

Parametry varianty 3

- Hmotnost: 2,20 kg
- Maximální rozměry: výška x šířka x délka [mm] 135 x 120 x 160

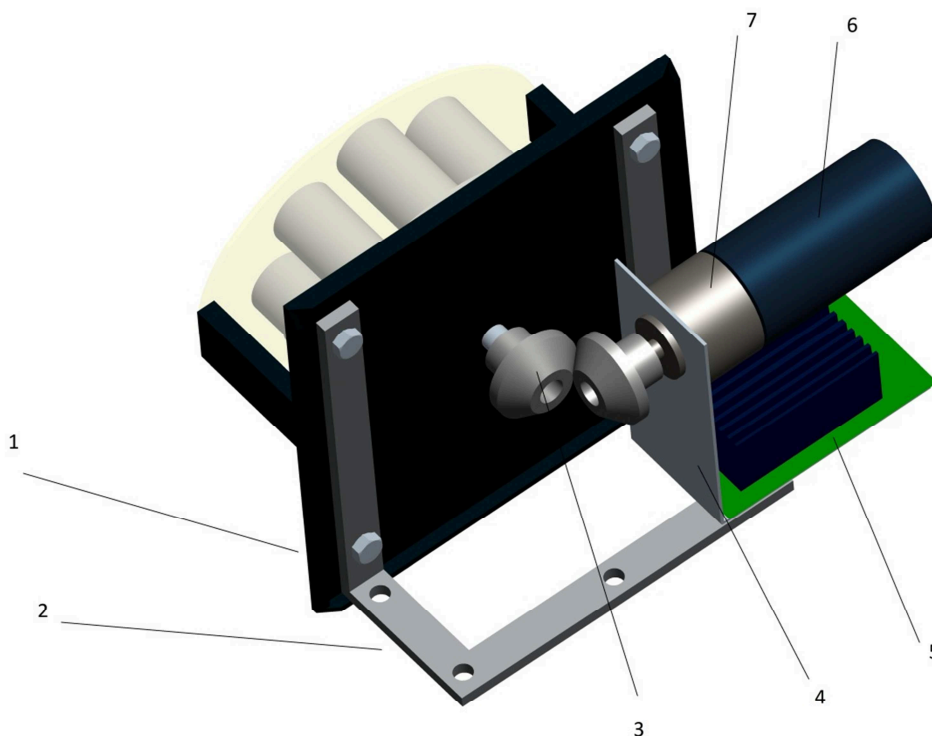
Výhody

- snadné řízení otáček DC motoru, planetová převodovka poskytuje dobrý krouticí moment

Nevýhody

- cena planetové převodovky

4.4. Varianta s ozubenými koly



Obr. 21 Varianta 4

1. Peristaltická pumpa ISMATEC
2. Rám spojující těleso pumpy s dírami pro přišroubování k robotu
3. Ozubené soukolí
4. Přídržný plech
5. Řídící jednotka
6. DC motor
7. Převodovka

Peristaltická pumpa je v tomto řešení připevněna čtyřmi šrouby k rámu. Přenos krouticího momentu je realizován přes kuželové ozubené soukolí. Tímto soukolím se docílilo změny směru otáčení o 90° . Tímto řešením se do jisté míry zkrátila velikost celé soustavy. Motor je umístěn bokem ve směru orientace hadiček. Podobně jako v předchozím případě je pohon upevněn k rámu čtyřmi šrouby. Ve spodní části profilu jsou díry pro upevnění na MR. K základnímu rámu je připevněn plechový profil, na kterém je umístěna řídicí jednotka a samotný pohon s převodovkou.

Hlavní výhodou tohoto řešení je úspora místa, což je na MR jistě výhodou. Hlavní nevýhodou je cena celého systému. Kuželová kola představují poměrně velké zvýšení ceny celé sestavy.

Parametry varianty 3

- Hmotnost: 2,46 kg
- Maximální rozměry: výška x šířka x délka [mm] 135 x 180 x 60

Výhody

- minimalizace velikosti subsystému

Nevýhody

- vyšší cena díky použití kuželových ozubených kol, vyšší hmotnost, složitost montáže

5. Hodnotová analýza

Hodnotová analýza je postup, díky kterému vybereme optimální variantu. K jejímu provedení je třeba si zvolit kritéria a k nim přiřadit číselnou hodnotu podle bodové stupnice hodnocení. Varianta, která získá největší sumu bodů, je označena za nejvýhodnější.

5.1. Zvolená kritéria

Označení kritéria	Kritérium	Charakteristika kritéria
K1	celková hmotnost	Celková hmotnost subsystému
K2	cena	Celková cena všech částí subsystému
K3	vnější rozměry	Rozsah rozměrů
K4	složitost montáže	Důraz na jednoduchost montáže

Tabulka 1

5.2. Hodnoty kritérií

Kritérium	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
K1	2,11	2,63	2,20	2,46
K2	vysoká	nízká	střední	vysoká
K3	135 x 120 x 140	135 x 170 x 90	135 x 120 x 160	135 x 180 x 60
K4	přijatelná	složitá	přijatelná	složitá

Tabulka 2

5.3. Bodovací stupnice

Hodnoty kritérií	Označení
Vysoká úroveň	6
Dobrá úroveň	5
Průměrná úroveň	4
Nízká úroveň	3
Nevyhovující úroveň	2
Nepříznivý stav	1

Tabulka 3

5.4. Obodování jednotlivých variant

Kritérium	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
K1	6	4	5	4
K2	4	6	5	3
K3	5	3	5	6
K4	5	4	5	4

Tabulka 4

5.5. Faktor významnosti

Pro faktor významnosti q byla zvolena lineární závislost $q = 0,25 \cdot v + 0,75$, kde v je počet voleb.

Porovnávané páry kritérií			Počet voleb v	Pořadí	Váha významnosti q
K1	K1	K1	1	2-3	1
K2	K3	K4	-	-	-
	K2	K2	2	1	1,25
	K3	K4	-	-	-
		K3	0	4	0,75
		K4	1	2-3	1

Tabulka 5

5.6. Zhodnocení a výběr optimální varianty

Varianta 1			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti kritéria q	Vážený index kritéria
K1	6	1	6
K2	4	1,25	5
K3	5	0,75	3,75
K4	5	1	5
Celkový součet vážených indexů			19,75

Tabulka 6

Varianta 2			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti kritéria q	Vážený index kritéria
K1	4	1	4
K2	6	1,25	7,5
K3	3	0,75	2,25
K4	4	1	4
Celkový součet vážených indexů			17,75

Tabulka 7

Varianta 3			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti kritéria q	Vážený index kritéria
K1	5	1	5
K2	5	1,25	6,25
K3	5	0,75	3,75
K4	5	1	5
Celkový součet vážených indexů			20,00

Tabulka 8

Varianta 4			
Kritérium	Hodnota	Váha významnosti kritéria q	Vážený index kritéria
K1	4	1	4
K2	3	1,25	3,75
K3	6	0,75	4,5
K4	4	1	4
Celkový součet vážených indexů			16,25

Tabulka 9

5.7. Zhodnocení

Varianta	Celkový součet vážených indexů
1	19,75
2	17,75
3	20,00
4	16,25

Tabulka 10

Varianta 1 a varianta 3 mají velmi blízké výsledné hodnocení, to je způsobenou velmi podobným řešením. Rozdíl v těchto variantách představuje použitý typ pohonu a řízení. V první variantě jsou použity komponenty firmy MAXON. Tyto komponenty lze velmi snadno propojit, nepříznivým faktorem ovlivňujícím tuto variantu je koncová cena celého zařízení, která je vyšší v porovnání s třetí variantou.

6. Určení potřebného krouticího momentu

Pro určení krouticího momentu lze využít přístroje speciálně navržené k přímému zjištění momentu (Obr. 22). Přístroj lze upevnit pomocí sklíčidla přímo na hřídel, kde chceme určit krouticí moment. Na obrázku je přístroj k přímému měření momentu. [7]



Obr. 22 měřič momentu Lutron TQ-8800

K určení krouticího momentu může posloužit také obyčejný siloměr (Obr. 23). Krouticí moment vyjadřuje působení síly na bod vzdálený od osy otáčení. V mém případě je osou otáčení hřídel peristaltické pumpy. Bod, který se otáčí kolem hřídele, jsem získal tak, že jsem na hřídel upevnil jednoduché rameno známé délky. Na konci ramene jsem uchytíl siloměr. Sílu jsem změřil tahem za druhý konec měřící hlavy siloměru. [7]



Obr. 23 siloměr Lutron FG-5100

- Rozsah do 100 kg
- Rozlišení 50 g (0,2 N)
- Přesnost $\pm 0,5\%$
- Napájení 6 ks baterií AA 1,5 V

Pro měření bylo vyrobeno rameno z tenké ocelové trubky (Obr. 24). Pro přesnější měření je vhodné použít dostatečně dlouhé rameno. Příliš dlouhé rameno ale může komplikovat manipulaci při měření. Rameno bylo vyrobeno v délce 0,5 m.



Obr. 24 Zhotovené rameno

Pro dobré upevnění ramene ke hřídeli byla na konec trubky přivařena matice, do které lze vešroubovat šroub. Dotáhnutím šroubu je rameno pevně přichyceno k hřídeli. Na volný konec ramene je pomocí háčku upevněna měřící hlava siloměru. Tahem za opačný konec hlavy siloměru je vyvozena tahová síla, která je zobrazena na displeji přístroje.



Obr. 25 Rameno s pumpou

Při měření byly použity hadice TYGON R-3603. Do peristaltické pumpy byly umístěny čtyři hadice. Při měření byly všechny hadice ponořeny do vody. Otáčením ramene docházelo k nasávání vody do všech hadic. Při odebírání vzorků bude však

pravděpodobně tekutina nasávána pouze do jedné hadice takže navržený pohon bude poskytovat dostatečný krouticí moment pro kapaliny s vyšší hustotou. Opakovaným měřením jsem získal deset hodnot s přesností na dvě platné cifry (Tabulka 11).

měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F [N]	2,4	2,8	2,6	3,0	2,8	2,6	2,4	2,8	3,0	2,6

Tabulka 11

Průměrnou hodnotu získám ze vztahu:

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$x = \frac{1}{10} (2,4 + 2,8 + 2,6 + 3,0 + 2,8 + 2,6 + 2,4 + 2,8 + 3,0 + 2,6) = 2,7$$

Chybu měření určím ze vztahu:

$$\rho = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (\Delta x_i)^2} \quad (2)$$

$$\rho = \sqrt{\frac{1}{10(10-1)} (2,4 - 2,7)^2 + (2,8 - 2,7)^2 + \dots + (2,6 - 2,7)^2} = 0,068313$$

Výsledná síla:

$$F = x \pm \rho = 2,7 \pm 0,07 \text{ N} \quad (3)$$

Pro určení potřebného krouticího momentu jsem uvažoval nejhorší zatížení pohonu. Při měření byla nejvyšší hodnota 3,0 N.

Krouticí moment lze vypočíst ze vztahu:

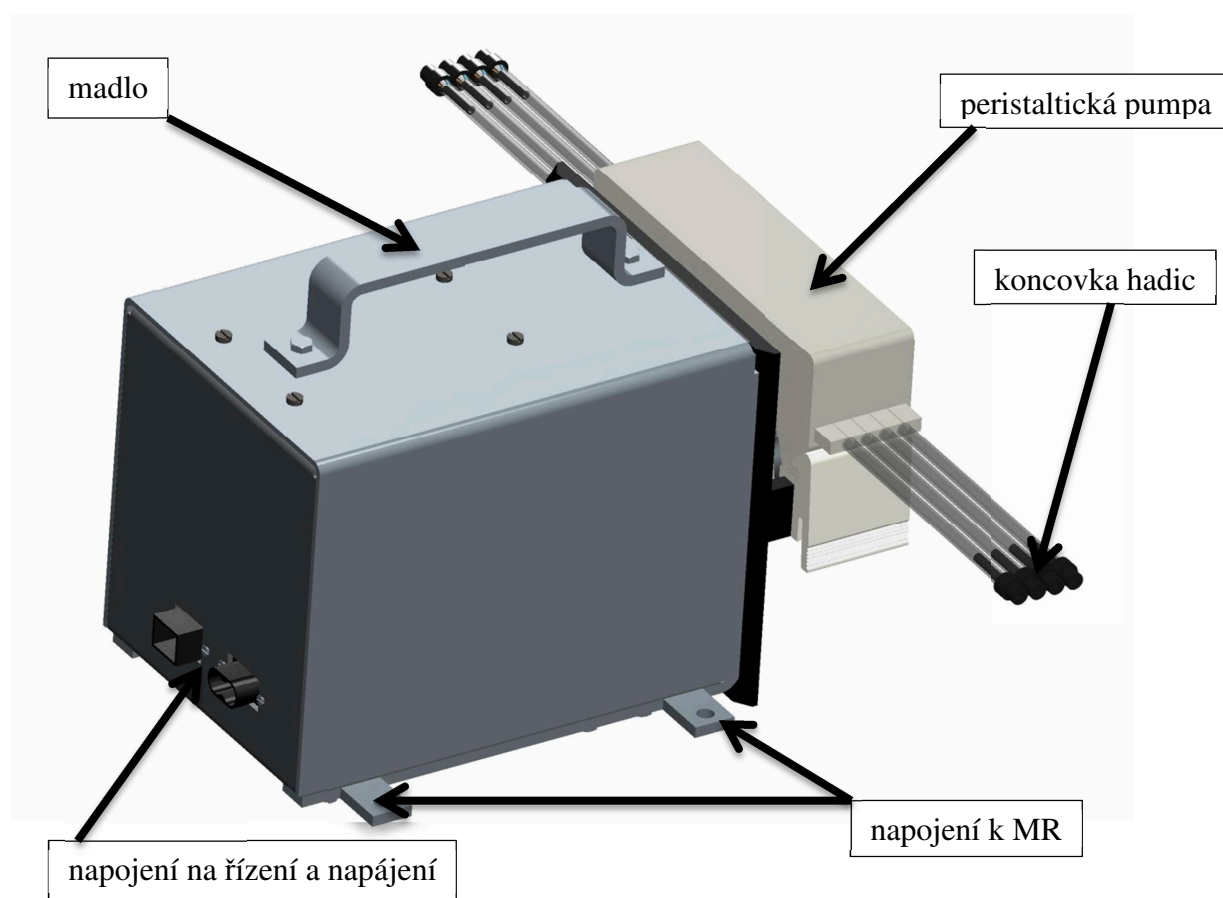
$$M = F \cdot r = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ Nm} \quad (4)$$

r – délka ramene (0,5 m)

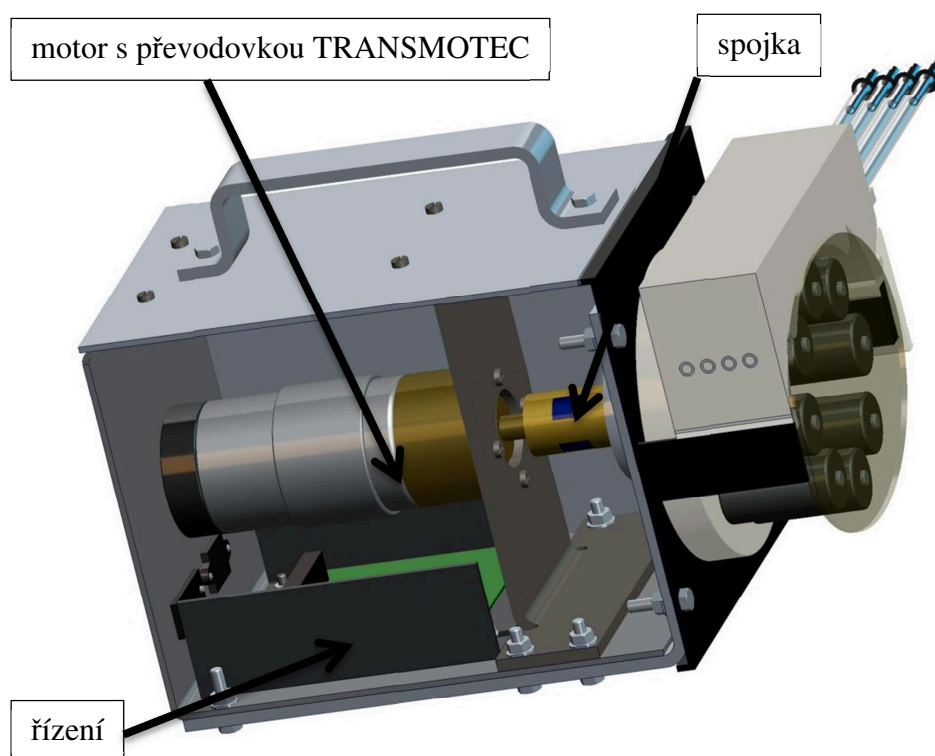
F – velikost maximální síly na siloměru (3 N)

7. Řešení vybrané varianty

Vybraná varianta (Obr. 26-27) je lehce připevnitelná k rámu mobilního robotu prostřednictvím čtyřech děr v základním rámu. Na horním krycím plechu je umístěno madlo. Subsystém lze tedy snadno odmontovat z rámu mobilního robotu a podle potřeby ho lze snadno přenášet.



Obr. 26 optimální varianta



Obr. 27 Řez subsystému

7.1. Výběr motoru

7.1.1. Detail motoru

Pro pohon peristaltické pumpy byl vybrán motor firmy TRANMOTEC PD4266 (Obr. 28). Jde o stejnosměrný komutátorový motor s kovovými kartáči. Firma dodává motory společně s enkodérem. K motoru je dodávána planetová převodovka s ozubenými koly s oceli. Výstupní hřídel má průměr 8 mm. Motor bude napájen napětím 24 V DC. Cena motoru včetně převodovky a enkodéru je 4979 Kč. [10]

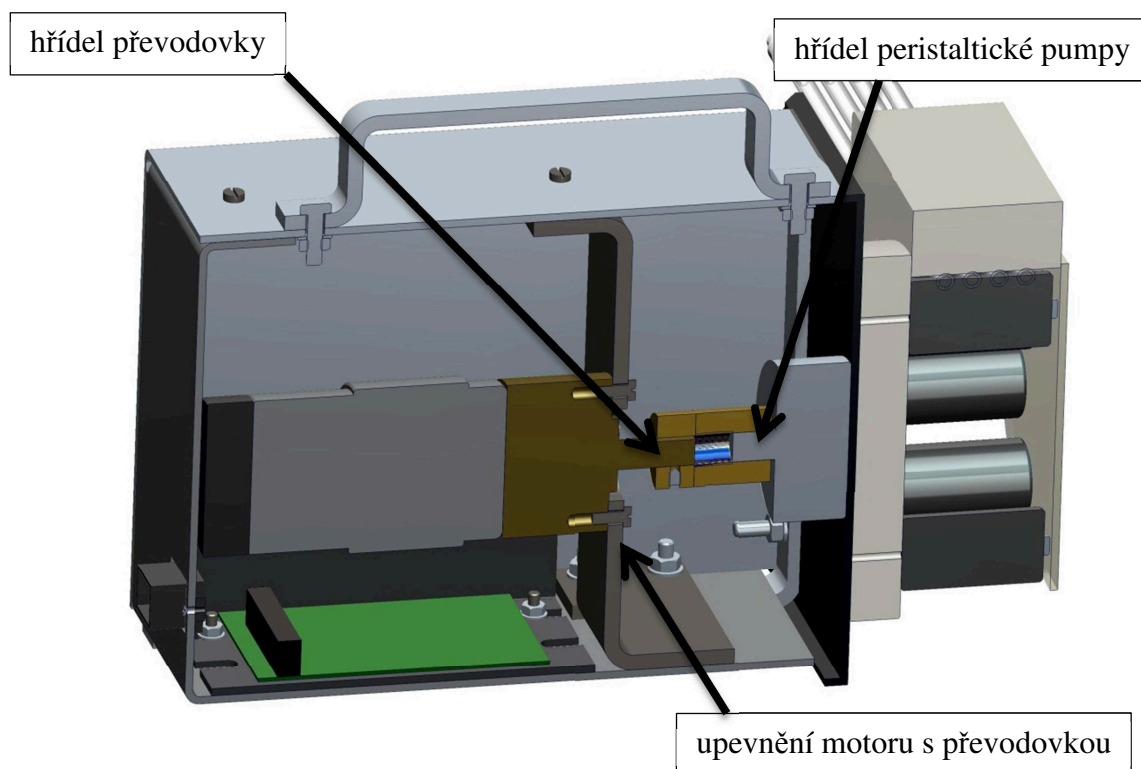


Obr. 28 Motor s převodovkou a enkodérem

7.1.2. Technické parametry motoru:

- Stejnoseměrný komutátorový motor s kovovými kartáči
- Obsahuje filtry k potlačení elektromagnetického vyzařování
- Provozní teplota 10 - 60 °C
- Relativní vlhkost 20 - 85 %
- Planetová převodovka s ozubenými koly z oceli (první řada satelitů je plastová)
- Předloková hřídel je uložena v kuličkovém ložisku
- Vůle naprázdno $\leq 3^\circ$
- Radiální zatížení ≤ 8 kg (10 mm od příruby)
- Axiální zatížení ≤ 3 kg
- Radiální vůle $\leq 0,04$ mm
- Osová vůle $\leq 0,3$ mm

Těleso motoru s převodovkou je přišroubováno čtyřmi šrouby k rámu vyrobeného z plechu. Motor je připojen pružnou spojkou k tělesu peristaltické pumpy (Obr. 29) Obě hřídele jsou průměru 8 mm. Podle průměrů byla vybrána vhodná pružná spojka. Spojka je zajištěna stavěcími šrouby. [11]



Obr. 29 Uchycení motoru

7.1.3. Přepočet krouticího momentu motoru

Moment motoru M_m - přepočet krouticího momentu z $[\text{kg}\cdot\text{cm}]$ na $[\text{N}\cdot\text{m}]$

$$1 [\text{kg}\cdot\text{cm}] = 0,098 [\text{N}\cdot\text{m}] [8]$$

Moment motoru $M_z = 18 [\text{kg}\cdot\text{cm}]$

$$M_m = M_z \cdot 0,0098 = 18 \cdot 0,098 = 1,77 \text{ Nm} \quad (4)$$

7.1.4. Spojka

Pro propojení motoru s peristaltickou pumpou byla použita pružná spojka firmy HUCO (Obr. 30). Spojka je upevněna na hřídele stavěcími šrouby. Spojka zajišťuje přenos krouticího momentu a eliminaci případné nesouososti vzniklé při výrobě držáku motoru. [11]



Obr. 30 Spojka

Technické parametry:

- kompenzace nesouososti: 0,1 mm
- kompenzace radiální : 0,2 mm
- úhlová kompenzace: 0,5°
- maximální moment: 4 Nm

7.2. Řízení rychlosti motoru

Aby bylo možné řídit rychlost odběru kapaliny je motor napojen na pulzní šířkovou modulaci (Obr. 31). Pulzní šířková modulace se používá pro regulaci otáček stejnosměrných motorů. Při pulzní regulaci zůstává proud i napětí stejné, ale mění se doba, kdy prochází proud motorem. Motor takto regulovaný má větší sílu i při nižších otáčkách.

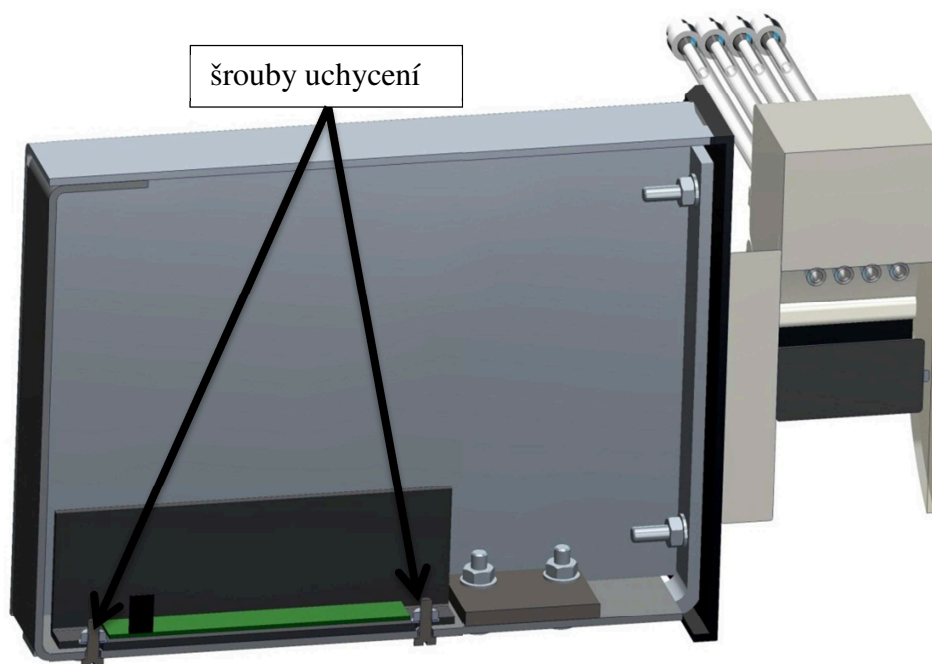
Tento způsob řízení je výhodný v případě že bude potřeba kapalinu odebírat při nízké rychlosti. [9]

Pro řízení rychlosti byla vybrána řídicí jednotka DD-10. Na samotném modulu lze nastavit minimální a maximální rychlost a zrychlení. Na řídicí jednotce je svorkovnice s devíti pozicemi pro propojení s motorem a s konektory na krytu subsystému. [10]

Potřebné datové vodiče jsou vedeny k datovému konektoru umístěnému v dolním krytu subsystému. Dále je ze z modulace vedeno již upravené napětí do motoru. Samotný modul je upevněn čtyřmi šrouby k dolnímu krytu (Obr. 32).



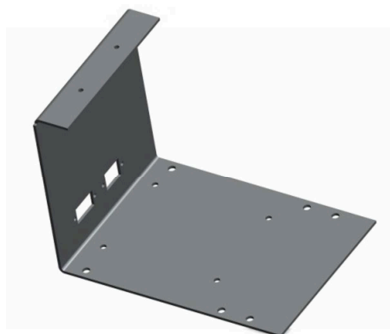
Obr. 31 Řídicí jednotka DD-10



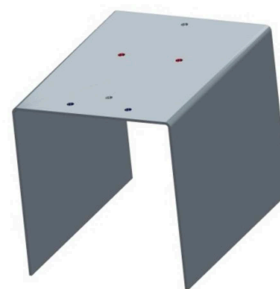
Obr. 32 Uchycení řízení

7.3. Rám a krytování

Všechny rámy a krytování jsou vyrobeny z tenkých plechů tloušťky 2 mm a 4 mm (Obr. 33-36). Ty jsou navrženy tak, aby dané krytování a rám šly snadno uchytit pomocí šroubů a matic. Mezery vzniklé mezi krytovacími plechy je dobré zaizolovat tmelem proti vniknutí prachu a nečistot. Základní rám (Obr. 35) je přišroubován k peristaltické pumpě. Na základním rámu je dále přišroubován dolní plech (Obr. 33), držák motoru (Obr. 36) a horní plech (Obr. 34). Horní plech je připevněn k základnímu rámu průmyslovým suchým zipem (Obr. 37).



Obr. 33 Dolní plech



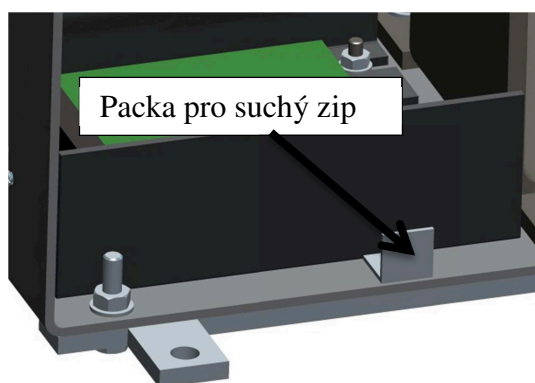
Obr. 34 Horní plech



Obr. 35 Základní rám



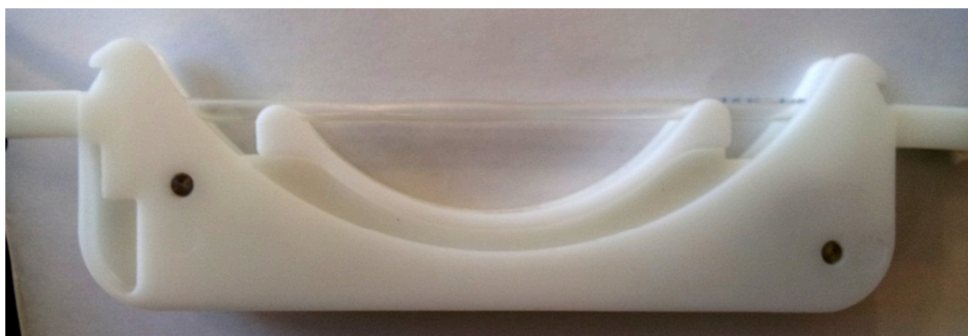
Obr. 36 Držák motoru



Obr. 37 Uchycení horního plechu suchým zipem

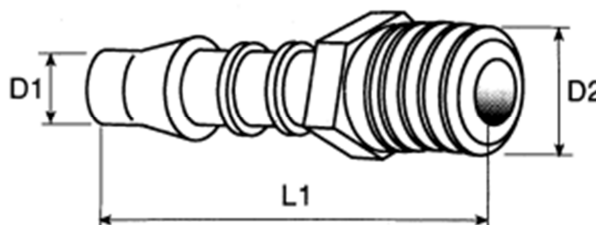
7.4. Použité hadice a konektory

V řešené variantě je použita hadice TYGON R-3603 (Obr. 38). Je to krystalicky průhledná, elastická hadice pro laboratorní účely s vysokou odolností vůči anorganickým chemikáliím. Vhodná pro použití v peristaltických čerpadlech. Zrcadlově hladký vnitřní povrch bez pórů zamezuje ulpívání nečistot a usnadňuje čištění. Použité hadice TYGON R-3603 můžou být velmi snadno a levně vyměněny za nové a nemusí se řešit drahá dekontaminace. Hadice jsou upevněny v plastovém pouzdře, které lze jednoduše k peristaltické pumpě připevnit. Také výměna samotných hadic je velmi rychlá.



Obr. 38 Hadice v plastovém pouzdře

Na koncích hadic jsou umístěny koncovky (Obr. 39) pro snadné připojení k dalšímu subsystému. Konkrétně k subsystému se vzorkovnicemi pro odběr tekutiny. Z druhého konce stejným způsobem budou konektory připojeny k subsystému efektoru pro odběr. Konektor je z jedné strany nastrčen přímo do hadice. Z druhé strany je trubkový závit M10. [12]



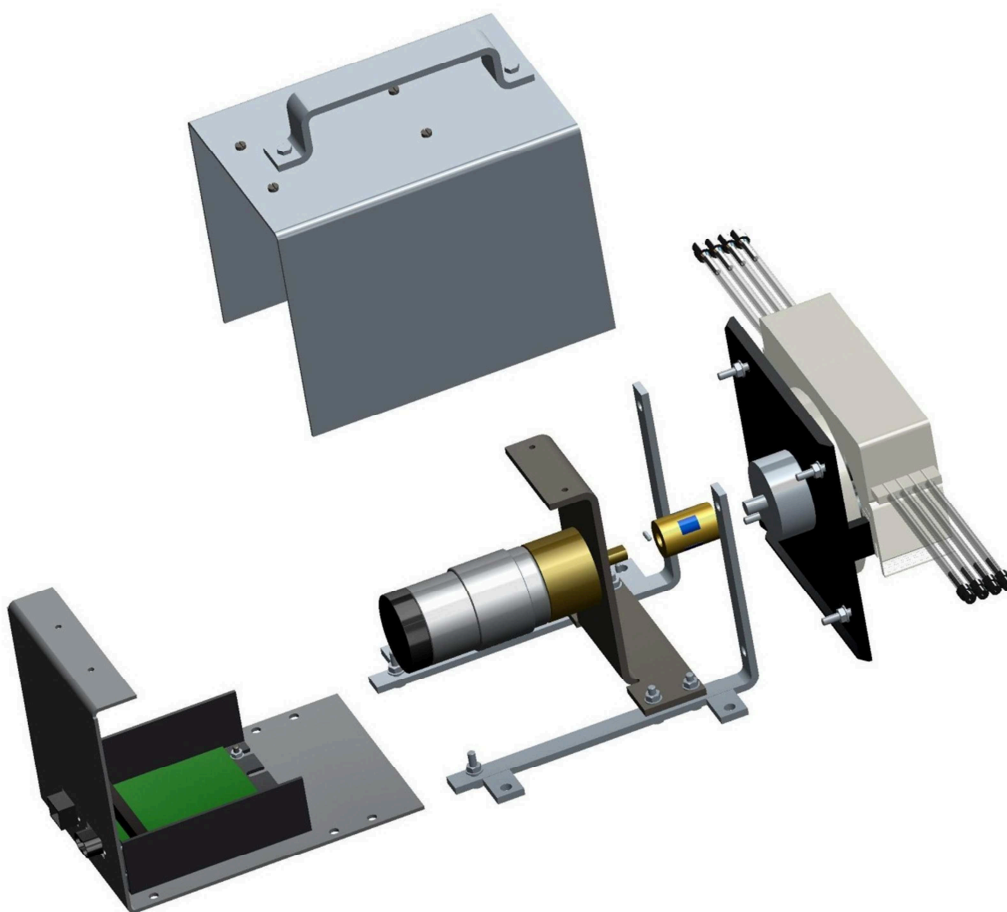
Obr. 39 Koncovka hadice

Pro připojení napájení a řídicího systému k mobilnímu robotu je subsystém vybaven dvěma konektory. Tyto konektory jsou přišroubovány do příslušných pozic na dolním plechu. [13]

7.5. Kompletní subsystém

Technické parametry:

- Hmotnost: 3,24 kg
- Rozměry výška x šířka x délka [mm]: 165 x 157 x 236
- Napájení: 24 V DC
- Pulzní řízení rychlosti motoru



Obr. 40 Pohled na komponenty subsystému

8. Závěr

Cílem bakalářské práce byl konstrukční návrh subsystému pro odběr kapalin. V práci je řešeno konstrukční řešení optimální varianty s potřebnou výkresovou dokumentací. Pro seznámení s problematikou byla provedena analýza možných způsobů odběru kapalných vzorků. Dle specifikovaných požadavků byly navrženy konkrétní varianty řešení. Varianty byly řešeny se zaměřením na pohon systému. Pomocí hodnotové analýzy byla vybrána optimální varianta, která byla dále rozpracována.

Hlavní částí celého subsystému je peristaltická pumpa, která umožňuje samotné nasávání odbírané kapaliny. Při odebírání kapaliny s neznámým složením je použití peristaltické pumpy výhodné, protože dochází ke kontaktu kapaliny pouze s hadicemi. Použité hadice TYGON R-3603 mohou být velmi snadno a levně vyměněny za nové a nemusí se řešit drahá dekontaminace.

Moment, potřebný pro pohon peristaltické pumpy, byl stanoven experimentálně v laboratoři pomocí siloměru a to konkrétně na 1,5 Nm. Po zjištění potřebného momentu byl vybrán vhodný motor společnosti TRANSMOTEC s maximálním momentem 1,77 Nm. Po výběru pohonu a zjištění konkrétních rozměrů bylo možné upravit rozměry základního rámu. Na základní rám je umístěn spodní plech, na který je přišroubována řídicí jednotka DD-10. Díky této jednotce může operátor ovládat rychlost nasávání kapaliny. Spodní plech je osazen konektory, které jsou napojeny na řídicí jednotku. Po umístění řídicí jednotky bylo možné navrhnout držák motoru, který je připevněn k základnímu rámu. Na držáku motoru je přišroubován pohon, který je spojen s peristaltickou pumpou pomocí pružné spojky firmy HUCO. Celý systém je zakrytován horním krycím plechem. Subsystém je řešen s ohledem na snadnou montáž a demontáž z rámu mobilního robotu. Případnou manipulaci usnadňuje madlo připevněné na horním krycím plechu. Pro úplné oživení subsystému je třeba dopracovat kabeláž mezi řídicím modulem a připravenými konektory.

9. Použitá literatura

[1] Vitrum: Laboratorní vybavení, potřeby, technika a chemikálie [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.vitrum.cz/>

[2] VK čerpadla [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.vkcerpadla.cz/peristalticka-cerpadla.htm>

[3] EAMOS [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: http://www.eamos.cz/amos/kat_fyz/modules/low/kurz_text.php?identifik=kat_fyz_7356_t&id_kurz=&id_kap=15&id_teach=&kod_kurzu=kat_fyz_7356&id_kap=15&id_set_test=&search=&kat=&startpos=5

[4] SEKO ZP: průmyslové hadice [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.sekozp.cz/>

[5] TUBES International [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: http://www.tubes-international.cz/katalog_pdf.html

[6] Uzimex [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.uzimex.cz/Vyrobce/maxon-motor-ag/Motory-DC.html>

[7] Micronix [online]. 2012 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/>

[8] Torque Conversions http://www.numberfactory.com/nf_torque.html

[9] Pulsně šířková modulace [online]. 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.dhservis.cz/psm.htm>

[10] Transmotec [online]. 2012 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.transmotec.cz/>

[11] Huco [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.huco.com/products.asp?p=true&cat=99>

[12] RS components: Nasouvací hadicové spojky [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://cz.rs-online.com/web/p/nasunovaci-hadicove-spojky/4197401/>

[13] Tyco Electronics [online]. 2012 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: http://www.ttiinc.com/object/tyco_electronics_metrimate

10. Přílohy

- A. Montážní postup
- B. Motor TRANSMOTEC PD4266
- C. Řídicí jednotka DD-10
- D. Pružná spojka
- E. Konektor kabeláže
- F. Sestavný výkres subsystému SEI0008-ROB01-S1
- G. Výrobní výkres horního plechu SEI0008-ROB01-S1-01
- H. Výrobní výkres základního rámu SEI0008-ROB01-S1-02
- I. Výrobní výkres držáku motoru SEI0008-ROB01-S1-03
- J. Výrobní výkres dolního plechu SEI0008-ROB01-S1-04
- K. Výrobní výkres madla SEI0008-ROB01-S1-05
- L. Výrobní výkres packy SEI0008-ROB01-S1-06
- M. Kusovník SEI0008-ROB01-S1-K
- N. Elektronická podoba bakalářské práce
 - Model optimální varianty
 - Výkresová dokumentace
 - Přílohy
 - Bakalářská práce